



DEUTSCHES  
PATENTAMT

- 21 Aktenzeichen: P 37 38 459.7  
22 Anmeldetag: 12. 11. 87  
43 Offenlegungstag: 24. 5. 89

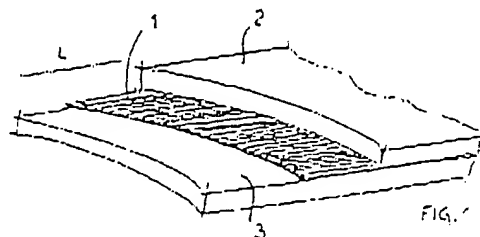
DE 3738459 A1

- 71 Anmelder:  
Douau, Dominique, Joinville le Pont, FR; Ponsot,  
Bernard, Cesson la Forêt, FR
- 74 Vertreter:  
May, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000  
München

- 72 Erfinder:  
Douau, Dominique, Joinville le Pont, FR; Ponsot,  
Bernard, Cesson la Forêt, FR; Besnainou, Charles,  
Bures sur Yvette, FR

- 54 Zusammengesetzte Struktur für Resonanzböden und -decken von Saiteninstrumenten und Verfahren zu deren Herstellung

Die Erfindung betrifft eine zusammengesetzte Struktur für Resonanzböden und -decken von Saiteninstrumenten, die einen Kern (1) aufweist, der aus einer dünnen Wand aus langen, durch ein polymerisiertes Harz miteinander verbundenen Fasern besteht, die dieser Struktur ihre wesentlichen mechanischen Eigenschaften verleihen, wobei der Kern auf einer oder beiden Seiten eine Schicht (2, 3) eines Belagmaterials trägt, das mit dem Kern durch polymerisiertes Harz verbunden ist und selbst außer Kohäsion keine besonderen mechanischen Eigenschaften aufweisen muß.



DE 3738459 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Material für den Resonanzboden von gezupften, gestrichenen, geschlagenen Saiteninstrumenten und dessen Herstellungsprozeß.

Die Erzeugung eines Tones durch eine schwingende Saite entsteht durch Schwingungen einer Platte (Resonanzboden), die die Rolle eines Verstärkers der Saitenschwingungen spielt, der an einem Resonanzkörper angeschlossen ist. Diese Schwingungen werden der Platte durch eine mechanische Verbindung (der Steg zum Beispiel) weitergereicht, der die Schwingung um eine große Anzahl von Oberwellen bereichert. Die auf diese Weise erhaltene Tonqualität hängt also wesentlich vom zur Herstellung verwendeten Herstellungsmaterial des Resonanzbodens ab, sowie von dessen Anbringung am Instrument zusammen mit den verschiedenen, für die mechanische Widerstandsfähigkeit notwendigen Verstärkungen.

Im Instrumentenbau werden für diese Zwecke nur bestimmte Hölzer verwendet, deren Wahl auf einer jahrhundertelangen Erfahrung beruht. Im Laufe der Zeit fand auf empirischem Weg eine natürliche Auslese und eine Optimierung der Form, der Dichte, der Stärke ... und aller Eigenschaften statt, die die Erzeugung der vom Instrumentenbauer angestrebten Tonqualität beeinflussen.

Trotz dieser im Laufe der Jahre gesammelten und weitergereichten Erfahrung erfordert der Bau eines qualitativ hochwertigen Saiteninstrumentes die ganze Geschicklichkeit des Instrumentenbauers. Von einer ausgewählten Holzart und einer Grobform ausgehend soll dieser auf die unterschiedliche Beschaffenheiten des Holzwerkstücks achten und besonders darauf eingehen, daß Holz ein sehr ungleichmäßiger Werkstoff ist.

Diese vorliegende Erfindung ist das Ergebnis jahrelanger Versuche und Forschungen, um einen Ersatzwerkstoff für das Tonholz zu erfinden, der dieselben Eigenschaften wie dieses Holz aufweist, was die Möglichkeit der Tonausstrahlung betrifft. Nebenbei soll er auch wie das Holz aussehen und sich genau so wie das Holz bearbeiten lassen, damit der Instrumentenbauer seinem Werk seine persönliche Prägung geben kann, die sich auf die charakteristische Tonfarbe auswirkt. Dabei soll die vorliegende Erfindung den Nachteilen des Holzes abhelfen, die im wesentlichen in der Unstetigkeit seiner Eigenschaften liegen und zwar von einem Stück zum anderen, von einem Tag zum anderen, und insbesondere aufgrund der Hygrometrie und der Temperatur der umgebenden Luft bestehen.

Um das Tonholz am besten nachzuahmen, bestand diese Forschung zuerst in einer gründlichen Untersuchung gewisser Tonhölzer (europäische Bergfichte, kanadische Rotzeder, western Red Cedar). Damit wurden die für den Klang ausschlaggebenden Parameter ermittelt und Beziehungen zwischen Meßdaten und akustischen Eigenschaften aufgestellt.

Sämtliche Meßergebnisse bezüglich der Mechanik Elastizitätsmodul und entsprechende Dämpfungskoeffiziente bezüglich der Struktur des Werkstoffs (Dichte, Heterogenität, Ausmaß der Hauptelemente, Holztracheiden) bezüglich der Akustik (spektrale Analyse des durch einen Schlag auf das Material erzeugten Tons) und bezüglich der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Tons in die drei Richtungen wurden mit der Methode der faktoriellen Analyse der Korrespondenzen verarbeitet. Daraus entstanden Beziehungen zwischen den verschiedenen Parametern für jede untersuchte Holz-

art, und erst dadurch wurde es möglich, manches Verhalten des Holzes zu verstehen. Schließlich konnten diese Parameter und die zur Charakterisierung der Klangfarbe herangezogenen subjektiven Kriterien der Instrumentenbauer zueinander in Bezug gestellt werden.

Das Verdienst dieser Forschung besteht darin, eine gewisse Anzahl objektiver Merkmale herauszustellen, die ein Material aufweisen muß, um die erwarteten akustischen Eigenschaften zu besitzen. Damit wird es sogar möglich sein, die Klangfarbe eines Instruments vorauszu sehen, dessen signifikanten Kriterien bestimmt worden sind.

Die Erfindung setzt diese Forschung fort, und zielt darauf ab, ein Material mit den gesuchten Kriterien zu schaffen, um sicherzustellen, daß die akustischen Eigenschaften des Materials mit denen eines Naturholzes mit denselben Kriterien vergleichbar sind.

Um die Merkmale des Holzes abzustellen, haben manche Instrumentenbauern verschiedene Möglichkeiten von der Behandlung des Holzes bis zum Entwerfen eines neuen synthetischen Materials vorgeschlagen. So wird in dem Dokument DE-C-20 55 164 ein Imprägnierungsverfahren der Holztracheiden mit synthetischen Polymeren beschrieben.

Im Dokument US-A-43 48 933 handelt es sich um ein zusammengesetztes Material, in dem eine Holzkernschicht beidseitig mit einer aus mehreren Matten Kohlefasern bestehenden Schicht belegt ist. Die Faserrichtungen sind dabei gekreuzt. Im Dokument CH-A-6 52 229 handelt es sich schließlich um ein zusammengesetztes Material, das aus einem mit zwei einzel- oder mehrschichtigen Holzplatten belegten Metallkern (Stahl) besteht.

Fest steht, daß keine von diesen Materialien geeignet ist, da keines sämtliche Eigenschaften in sich vereint, die ein tonholzähnliches Verhalten erwarten lassen. Ein derartiges Material wie es im amerikanischen Dokument beschrieben ist, wurde in Form einer Gitarrendecke auf den Markt gebracht. Es hat im Bereich der klassischen Gitarre keinen Markterfolg erzielt, weil die neue Klangfülle von der traditionellen allzu entfernt war.

Die Erfindung betrifft also eine zusammengesetzte Struktur für Resonanzböden von Saiteninstrumenten, die einen Kern aufweist, der aus mindestens einer dünnen Wand langer, gerichteter, mineraler oder synthetischer Fasern besteht. Diese Fasern verleihen der Struktur ihre mechanischen Eigenschaften. Der Kern ist auf mindestens einer Seite mit einem Belag beschichtet, dessen Dichte viel niedriger ist als die der dünnen Faserwand, und keine eigene mechanische Eigenschaften besitzt außer diejenigen, die für seinen Zusammenhalt notwendig sind.

Diese Struktur weist einen ersten Vorteil auf, indem sie eine dem Holz annähernd gleiche makroskopische Heterogenität zeigt. Das Holz ist ja ein Material, das aus langen, gerichteten Fasern besteht, und daher einen vom Längselastizitätsmodul sehr unterschiedlichen Querelastizitätsmodul besitzt. Nun sind diese zwei Elastizitätsmodule Parameter, die die obengenannte Forschung als wichtige Einflußfaktoren für das akustische Verhalten des Holzes herausgestellt hat. Der aus zweier oder mehrerer Matten lange Fasern bestehende Kern erlaubt eine Annäherung an das mechanische Verhalten des Holzes.

Außerdem nach dieser Erfindung bietet das Vorhandensein eines Belags in der Struktur zugleich den Vorteil an, daß dessen Dichte die zu hohe Dichte des Kerns ausgleicht, um einen Werkstoff mit einer dem Holz ver-

gleichbaren und für die akustischen Eigenschaften sehr bedeutenden Dichte zu erhalten. Anders ausgedrückt, kann man durch Aneinanderpassen der relativen Stärke des Kerns und des Belags Werte für die Dichte der zusammengesetzten Struktur erhalten, die erfahrungsgemäß den gewünschten akustischen Effekt versprechen.

Nach dieser Erfindung liegt der dritte Vorteil in der Möglichkeit, die lokale Stärke des Belags maschinell verändern zu können. Auf diese Weise kann ein Instrumentenbauer den Resonanzboden aus einem Rohstück mit seinem ganzen Können unter Berücksichtigung der erwünschten Klangfarbe nacharbeiten.

Eine weiterer Vorteil der Struktur nach der Erfindung liegt in ihrer leichten Reproduzierbarkeit, die sich zur industriellen Herstellung anspruchsvoller Instrumente sowie zum handwerklichen Instrumentenbau besonders eignet. Darüber hinaus behält sie eine große Stabilität in der Zeit, da sie Temperatur- und Hygrometrie-Veränderungen gegenüber unempfindlich ist.

In dem Fall von dünnen und leichten (100 bis 150 Gramm) Resonanzdecken, wie es bei Laute oder Gitarre vorkommt, wird ein mehrschichtiger Kern aus Kohlefasern bevorzugt, der aus mehreren mit polymerisierbarem Harz vorimprägnierten Matten besteht. Im Hinblick auf die Stärke der auf dem Markt verfügbaren Matten kann dieser Kern aus mehreren übereinander geschichteten Matten bestehen, um die vom Resonanzboden verlangte mechanische Widerstandsfähigkeit zu erzielen.

Es kann indes interessant werden, die eine oder die andere dieser Matten gegen die übrigen zu kreuzen, um den Querelastizitätsmodul des Kerns zu verändern und damit seine Festigkeit in dieser Richtung zu verbessern. In der Tat wurde oft beobachtet, daß die Lautendecken bei Temperatur- oder der Hygrometrie-Veränderung längs der Holzfasern reißen. Ein aus gekreuzten Matten bestehender Kern hebt diesen Nachteil auf. Der Kreuzungswinkel wird aus den zwei Elastizitätsmodulen abgeleitet, die die mechanischen und akustischen Eigenschaften des Materials bestimmen.

Gewichtsprobleme spielen bei stärkeren Resonanzböden keine so große Rolle. Man kann daher andere Fasertypen aussuchen (Glas, Gestein, Metall, synthetische Polyester, wie Aramide oder Polamide, natürliche Fasern, wie Baumwolle oder ähnliches Material). Es kann auch interessant sein, einen Kern zu bilden, der selbst zusammengesetzt ist, das heißt, aus zwei dünnen, gerichteten Fasermatten besteht, zwischen denen sich ein Füllmaterial mit niedriger Dichte befindet. Die mechanischen Eigenschaften eines solchen "Kerns" sind vergleichbar mit jenen einer vollen Struktur aus einem einzigen Material, die jedoch eine viel niedrigere Masse aufweist.

In den meisten Fällen ist der Kern zwischen den zwei Belagsplatten mit niedrigerer Dichte eingezwängt. Man kann sich jedoch vorstellen, daß gewisse Klangfarben mit nur einem Belag auf dem Kern auskommen.

Dieses Material wird vorzugsweise ein Holzschäl furnier sein, das den Vorteil aufweist, der zusammengesetzten Struktur dasselbe Aussehen wie traditionelle Handwerkerinstrumente zu verleihen, und eine leichte Bearbeitung der Stärken zuläßt. Im Rahmen der Erfindung kann man sich auch ein synthetisches Belagsmaterial vorstellen, das aus einer Matte von kurzen, im Harz oder Leim versenkten Fasern besteht, wenn die Dichte des Materials mit der zu erzielenden Dichte der Struktur gleich bleibt.

Das Herstellungsverfahren einer solchen Struktur ist verhältnismäßig einfach und leicht zu beherrschen, da es sich um eine Übereinandersetzung von verschiedenen Matten und eine Hervorrufung der Polymerisierung des Harzes der vorimprägnierten Faserschichten handelt. Es sorgt sowohl für die Beständigkeit des Kernes als auch für die Bindung der Beläge mit dem Kern. Dieses Verfahren wird in dem Fall eines thermoerhärteten Harzes Zusammenbrennprozeß genannt, und wird zwischen den zwei Teilen einer das Stück unter Druck einschließenden Form mit Wärmezufuhr vollzogen. Thermoplastische Harze dürfen verwendet werden, das anzuwendende Verfahren hängt dann von dem Polymerisierungs- oder Verhärtungsvorgang dieser Harze ab.

Selbstverständlich kann die hergestellte Struktur geformt sein, das heißt, daß die verschiedenen Stoffschichten nach dem Umriss der zu herstellenden Resonanzdecke vorgeschritten und in der vorausgesehenen gewölbten Form zusammengesetzt sind. Endlich ist es auch möglich, einerseits den Kern vorzuspannen und auf die Spannung der Fasern zu wirken, und andererseits mindestens einige Resonanzbodenbalken aufzustellen in der Art von Einsatzstücken, die in der Form angebracht sind und mit den oberflächigen Schichten der Struktur durch eine vorimprägnierte Matte verbunden sind.

Die Erfindung wird mit Hilfe der weiter unten geführten Beschreibung besser verstanden. Diese ist nur als reines Beispiel und in keinem Fall als eine Beschränkung aufzufassen. Sie ermöglicht die Vorteile und die sekundären Charakteristiken der Erfindung herauszustellen. Es wird auf die Skizze im Anhang hingewiesen.

— Fig. 1 zeigt schematisch eine Verwirklichungsweise der Struktur der Erfindung.

— Fig. 2 und 3 sind schematische Verwirklichungsvarianten der Fig. 1.

— Fig. 4 zeigt zum Teil eine Form mit einer vorausgehenden Beibaltung. Diese ist nach der Erfindung mit der Struktur verbunden.

Die laut der Erfindung zusammengesetzte Struktur der Fig. 1 besteht aus einem Zentralkern 1, der aus mit Epoxyharz umhüllten Kohlefasern besteht. Die Fasern sind alle parallel zur Längsrichtung der Struktur gerichtet. Der Harz dient als Bindemittel. Diese mittlere Schicht ist beidseitig mit einem leichten Material, zum Beispiel einem Holzschäl furnier 2 und 3, belegt. Diese drei Bestandteile wurden mit dem Zusammenbrennprozeß zusammengefügt, das heißt, eine Polymerisierung unter Druck und mit Hitzezufuhr des Umhüllungsharzes der Fasern. Dadurch werden die Fasern untereinander, und die oberflächlichen Schichten mit der Zentralschicht zusammengebunden.

Wir geben, hier als Beispiel die Herstellung eines Musterstückes an, das auf eine Lautenmuschel aufgeleimt und als Lautendecke verwendet wurde. Der Lautenist hat das Instrument ausprobiert, ohne vom neuen Material zu wissen. Diese neue Decke wurde, was die akustischen Eigenschaft betrifft, mit einer traditionellen Fichtendecke verwechselt. Der zentrale Kern (1) war aus zwei übereinanderliegenden, marktüblichen, vorimprägnierten Kohlefasermatten. Es war 0,25 mm stark, wobei jede Mattenstärke 0,125 mm betrug. Die Decke wurde so auf das Instrument aufgeleimt, daß die Richtung L der Fasern parallel zum Hals des Instrumentes lief.

Die Beläge 2 und 3 waren ein Fichtenschäl furnier 0,6 mm stark. Die Gesamtstärke der Decke betrug also 1,45 mm. Die Messungen der physikalischen und mechanischen Charakteristiken des Materials ergaben:

- ein Längselastizitätsmodul (in der Richtung  $L$  der Fasern) von 11,6 GPa.
- ein Querelastizitätsmodul (quer zu den Fasern) von 0,94 GPa,
- eine durchschnittliche Dichte von 0,56.

Als Vergleich die entsprechenden Werte der Fichte: 14,2 GPa; 1,1 GPa; 0,423.

Gemäß den Schlüssen, die aus dem oben erwähnten theoretischen Forschungsbeitrag gezogen werden können, sollte das zusammengesetzte Material der Erfindung ähnliche akustische Eigenschaften wie die Fichte aufweisen, bei sonstigen gleichen Bedingungen. Dieses wurde bei einem musikalischen Versuch auf einer Versuchslaute festgestellt.

Fig. 2 zeigt gemäß der Erfindung einen Kern 4 der Struktur, wobei die Faserschichten 5 und 6 sich unter einem Winkel  $A$  kreuzen. Dieser wird je nach dem gesuchten Verhältnis zwischen den zwei Elastizitätsmodulen (längs und quer) experimentell bestimmt. Man hat nämlich beobachtet, daß bei manchen Instrumenten, wie zum Beispiel der Geige, die Decke in Querrichtung steifer ist als bei der Laute oder der Gitarre. Durch die Kreuzung der Schichten wird diese Tatsache berücksichtigt, und infolgedessen ist es möglich, eine zusammengesetzte Struktur passend zum Instrumententyp (Geigen, Bratschen, Celli, Kontrabässe...) zu liefern.

Die Fig. 3 ist ein Schema auf dem der Kern 7 der Struktur selber zusammengesetzt ist aus zwei dünnen Wänden 8, 9 aus Kohlefaserschichten, die gekreuzt oder ungekreuzt sind. Zwischen diesen zwei dünnen Wänden befindet sich die Schicht 7a aus einem Material mit niedriger Dichte (zum Beispiel Holz). Die Außenbeläge 10 und 11 sind ebenfalls aus Holz und spielen dieselbe Rolle wie vorher beschrieben. Der Kern wenn er sich als Neutralfilter in der Struktur befindet, kann also die genügende Steifheit aufweisen, um Widerstand gegen mechanischen Beanspruchungen zu leisten, die sie aushalten muß, ohne dabei eine Masse zu erreichen, die für eine niedrige Gesamtdichte zu groß wäre. Dieser Materialtyp könnte eine Verwendung bei Klavier- oder Cembaloresonanzböden finden. Es ist auch möglich, eine größere Schichtabwechselung für die Zusammensetzung des Kerns vorzusehen, um die mechanischen Forderungen, die an den Resonanzboden gestellt sind, zu erfüllen, wobei auch die Masse beachtet wird.

Zum Schluß zeigt das Schema der Fig. 4 eine zweiteilige Form 12 und 13, deren Innenwände 12a und 13a entweder zwei Ebenen oder zwei geformte Flächen definieren, die mit der erwünschten Form der Resonanzdecke übereinstimmen. Außerdem ist zu bemerken, daß die Innenwand 13a mit der Innenseite der Decke eines Instruments, das einen geschlossenen Resonanzcorpus besitzt (Laute, Geige, Gitarre) übereinstimmt. Diese Wand weist Einsprünge 13b auf, die dem Einbau versteifernder Elemente 14 (Bebalkung) dienen. An der Peripherie verbindet eine mit Harz vorimprägnierte Fascermatte die Beibalkung 15 mit der Decke selbst durch Polymerisierung des Harzes. Die Parameter Druck, Hitze und Verweilzeit in der Form werden gemäß der Art des Harzes, das in der Struktur der Erfindung verwendet ist, und des Polymerisierungsvorgangs bestimmt. Mit diesen Parametern bleibt die Form geschlossen, um das Endprodukt zu erhalten. Die Bestandteile des Materials oder der Decke können auch unter einer gewissen Beanspruchung in der Form hergestellt werden. Damit werden die Form oder die Elastizitäts- und Schwingungseigenschaften des Resonanzbodens stellenweise

verändert. Die Verformungen und die Beanspruchungen, die er bei Zusammensetzung des Instruments aushalten muß, können ebenfalls vorweggenommen werden. Die nach der Erfindung zusammengesetzte Struktur kann das Tonholz ersetzen. Sie besitzt die gleichen akustischen Eigenschaften. Haltbarkeit und Tragheit sind wesentlich verbessert. Dieses Material kann von dem Instrumentenbauer genau so wie Holz bearbeitet werden, und diese Handwerker können ihr ganzes Können dabei anwenden. Es eignet sich vorteilhaft zu einer fortgeschrittenen Industrialisierung. Infolge der Bauart und des Herstellungsprinzips können Resonanzboden und Struktur selber gleichzeitig hergestellt werden.

Schließlich können Produkte auf dem Markt eingeführt werden bei denen neue akustische Eigenschaften beherrscht werden, die bei keinen der bekannten Naturprodukte zu finden sind.

Die zahlreichen Variationen in der Form, in der mehr oder weniger konstant gehaltenen Stärke, in den Ausmaßen, in der Zusammensetzung des Materials können zur Erzeugung neuer Klangfarben, ja sogar neuer Instrumenten führen.

Diese Erfindung findet eine interessante Anwendung im Saiteninstrumentebau.

#### Patentansprüche

1. Zusammengesetzte Struktur für Resonanzböden und -decken von Saiteninstrumenten, gekennzeichnet durch einen Kern (1, 4, 7), der aus mindestens einer dünnen Schicht (1, 5, 6, 8, 9) aus langem orientierten Fasern besteht, welche die mechanischen Eigenschaften dieser Struktur bestimmen, und die auf mindestens einer Seite mit einem Belagmaterial (2, 3, 10, 11) beschichtet ist, dessen Dichte wesentlich niedriger als die der dünnen Faserschicht ist und das selbst nur die zur Kohäsion notwendigen mechanischen Eigenschaften besitzt.
2. Struktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (1) aus einer Matte langer paralleler Fasern besteht, die durch ein polymerisiertes Harz untereinander verbunden sind.
3. Struktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (4) aus mindestens zwei übereinander gelegten Fasermatten (5, 6) besteht, deren lange parallele Fasern untereinander durch ein polymerisiertes Harz verbunden sind, wobei für kreuzweise mit einem vorbestimmten Winkel ( $A$ ) aufeinander gelegten Matten durch ein polymerisiertes Umhüllungsharz miteinander verbunden sind.
4. Struktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (7) aus mindestens zwei Matten (8, 9) langer paralleler untereinander durch ein polymerisiertes Harz verbundener Fasern besteht, wobei die Matten durch eine Zwischenschicht (7a) aus einem Material, das eine niedrigere Dichte als die der Fasern aufweist, getrennt sind.
5. Struktur nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Matten (8, 9) kreuzweise übereinanderliegen.
6. Struktur nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (1, 4, 7) auf seinen beiden Seiten mit einem Belagmaterial (2, 3; 10, 11) beschichtet ist.
7. Struktur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (1, 4, 7) auf einer seiner Seiten mit einem Belagmaterial be-

schichtet ist, das später die Außenseite des Instrumentes bildet.

8. Struktur nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Belagmaterial (2, 3; 10, 11) ein Holzschälturnier ist.

9. Verfahren zur Herstellung einer Struktur nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Form (12, 13) die verschiedenen Schichten mit entsprechender Orientierung übereinander gelegt werden, wobei die Fasermatten mit noch nicht polymerisiertem Harz umhüllt sind und nach Verschließen der Form die Polymerisierung des Harzes unter Druck und gegebenenfalls mit Wärmezufuhr so durchgeführt wird, daß das polymerisierte Umhüllungsharz der Fasern die verschiedenen Schichten als Bindemittel miteinander verbindet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der in die Form einzulegenden Schichten zuvor nach dem Umriß des herzustellenden Resonanzbodens oder der herzustellenden Resonanzdecke ausgeschnitten wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenwand der Form (12, 13) gewölbt ist, um der Resonanzdecke bzw. dem Resonanzboden das richtige Profil zu verleihen.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasermatten unter mechanischer Beanspruchung in der Form gehalten sind.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in der Form (12, 13) Einsatzstücke (14) angebracht werden, die mit der Struktur durch eine imprägnierte Fasermatte verbunden werden, um die Beibaltung der Resonanzdecke zu bilden.

40

45

50

55

60

65

3738459

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

37 38 459  
G 10 D 3/02  
12. November 1987  
24. Mai 1989

16 \*

